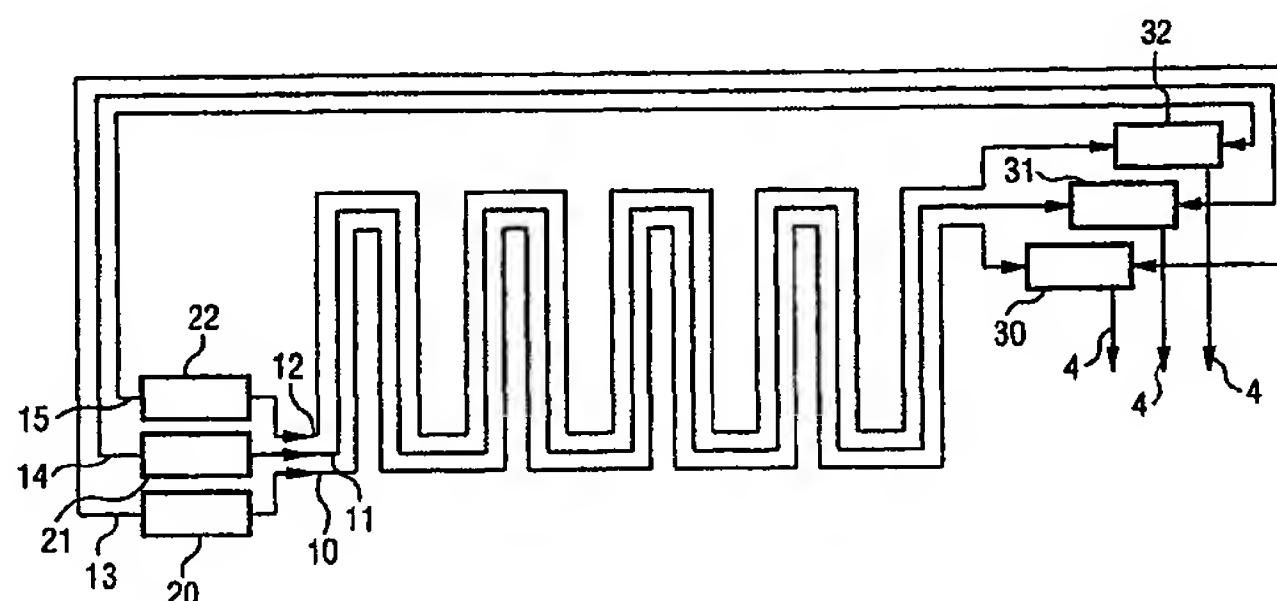




<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b> <b>G06F 1/00</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/28399</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 18. Mai 2000 (18.05.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/08456 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 4. November 1999 (04.11.99)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 98120986.9 5. November 1998 (05.11.98) EP 199 17 080.0 15. April 1999 (15.04.99) DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> INFI- NEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, D-81541 München (DE). SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> OTTERSTEDT, Jan [DE/DE]; Josephsburgstrasse 55, D-81673 München (DE). RICHTER, Michael [DE/DE]; Mozartstrasse 125 B, D-85521 Ottobrunn (DE). SMOLA, Michael [DE/DE]; Jutastrasse 17, D-80636 München (DE). EISELE, Martin [DE/DE]; Emil-Geisstrasse 23, D-81379 München (DE).  <b>(74) Anwalt:</b> ZEDLITZ, Peter; European Patent Attorney, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> BR, CN, IN, JP, KR, MX, RU, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

**(54) Title:** PROTECTION CIRCUIT FOR AN INTEGRATED CIRCUIT

**(54) Bezeichnung:** SCHUTZSCHALTUNG FÜR EINE INTEGRIERTE SCHALTUNG



**(57) Abstract**

The invention relates to a protection circuit for an integrated circuit (1). The protection circuit is preferably arranged in several circuit planes (2, 3) below and/or above the integrated circuit (1) and has several printed conductors (10, 11) to which different signals of one or more signal generators are applied. After passing through the printed conductors (10, 11) the different signals are analyzed by means of one or more detectors. The signals received by the detectors are compared with setpoint signals, also called reference signals, and if a significant difference is detected an alarm signal is sent to the integrated circuit. On the basis of this alarm signal the integrated circuit (1) is switched to a safety mode which makes it virtually impossible to analyze or manipulate said integrated circuit.

### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Schutzschaltung für eine integrierte Schaltung (1). Diese Schutzschaltung ist vorzugsweise in mehreren Schaltungsebenen (2, 3) unterhalb und/oder oberhalb der integrierten Schaltung (1) angeordnet. Sie zeigt mehrere Leiterbahnen (10, 11), die mit unterschiedlichen Signalen eines oder mehrerer Signalgeneratoren beaufschlagt werden. Die unterschiedlichen Signale werden nach Durchlaufen der Leiterbahnen (10, 11) mittels eines oder mehrerer Detektoren analysiert, indem die durch Detektoren empfangenen Signale jeweils mit Sollsignalen, auch Referenzsignale genannt, verglichen werden und bei Vorliegen eines signifikanten Unterschieds ein Alarmsignal an die integrierte Schaltung abgegeben wird. Auf der Basis dieses Alarmsignals wird die integrierte Schaltung (1) in einen Sicherheitsmodus überführt, der eine Analyse oder eine Manipulation der integrierten Schaltung praktisch unmöglich macht.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Schutzschaltung für eine integrierte Schaltung

5 Bestimmte Formen elektronischer Schaltungen, insbesondere integrierte Schaltungen zum Einsatz in Chipkarten, erfordern ein hohes Maß an Geheimhaltung von Schaltungsinformationen oder von chipinternen Daten. Diese sicherheitsrelevanten In-  
10 formationen müssen sowohl vor Fremdanalyse als auch vor Manipulation geschützt werden.

Um diesen Schutz zu erreichen, wurden verschiedene Wege beschritten. Beispielsweise wurden die integrierten Schaltkreise mit einer metallischen Hülle beispielsweise aus Silber  
15 oder Titan versehen, wodurch ein Auslesen des integrierten Schaltkreises mittels Röntgenstrahlen verhindert werden kann. Weiterhin hat sich bewährt, in der obersten Schaltungsebene einer integrierten Schaltung eine Leiterbahn als Schutzschildleitung anzuordnen, und deren physikalische Eigenschaften,  
20 ten, wie deren Widerstand, deren Kapazität, etc. zu überwachen. Bei der Feststellung einer Veränderung, beispielsweise durch ein Kurzschließen, Erden oder Durchtrennen beim unerwünschten Beobachten oder Manipulieren wird dann ein Alarmsignal ausgelöst. Eine derartige Schutzschaltung ist dem US-  
25 Patent 5,389,738 zu entnehmen. Diese Arten der Schutzschaltung erweisen sich aber als unzureichend, da die erwarteten physikalischen Eigenschaften durch geeignete externe Maßnahmen simuliert werden können und dadurch die Schutzschaltung keinen äußeren Angriff durch Beobachtung oder Manipulation  
30 feststellen kann und damit auch keine geeigneten Gegenmaßnahmen ergreifen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schutzschaltung für integrierte Schaltungen anzugeben, die einen größeren Schutz vor ungewollter Beobachtung oder Manipulation  
35 gibt.

Diese Aufgabe wird durch eine Schutzschaltung für integrierte Schaltungen mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

5

Die erfindungsgemäße Schutzschaltung ist in wenigstens einer Schaltungsebene oberhalb oder auch unterhalb der integrierten Schaltung angeordnet. Dabei zeigt diese Schutzschaltung eine oder mehrere Leiterbahnen, die mit sich zeitlich ändernden  
10 oder auch unterschiedlichen Signalen beaufschlagt werden. Diese Signale werden über die Leiterbahnen übertragen und anschließend von dem oder den Detektoren untersucht, indem jeweils das empfangene zu untersuchende Signal mit einem Referenzsignal, das ist das erwartete Signal, verglichen wird.  
15 Stellt einer oder mehrere Detektoren eine signifikante Abweichung fest, so löst dieser ein Alarmsignal aus, das die integrierte Schaltung in einen Sicherheitsmodus überführt. In diesem Modus kann dann beispielsweise der Inhalt der Speicherzellen gelöscht werden, so dass die Steuerprogramme und  
20 die gespeicherten Daten nicht mehr auslesbar und interpretierbar sind.

Durch die Verwendung von mehreren unterschiedlichen Signalen, die über mehrere Leiterbahnen geleitet werden und anschließend  
25 durch die verschiedenen Detektoren analysiert werden ist es nahezu unmöglich, alle alarmauslösenden Signale in der korrekten Weise von außen während des Versuchs des Auslesens oder Manipulierens einzuspeisen und den Detektoren das Vorhandensein dieser Signale vorzugaukeln. Wird beispielsweise  
30 der integrierte Schaltkreis flächig mechanisch von oben abgetragen, so dass ein Einblick in die darunterliegenden Schaltungsebenen des integrierten Schaltkreises ermöglicht werden sollen, so sind zuerst die darüberliegenden Leiterbahnen der Schutzschaltung betroffen, was zu einer Veränderung bzw. zu  
35 einem Unterbrechen der Signalübertragung führt, welche durch einen oder auch durch mehrere Detektoren festgestellt wird. Entsprechendes gilt auch, wenn mit Miniaturnadeln einzelne

Leiterbahnen abgegriffen werden, wodurch sich Veränderungen beispielsweise in der Signalform, der Signalbedämpfung oder ähnliches ergeben. All diese Veränderungen bewirken nun regelmäßig eine Fehlererkennung von verschiedenen Detektoren.

5

Somit muss erfindungsgemäß nicht nur ein einziges Signal simuliert werden, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Signale. Gerade im Hinblick auf die sehr begrenzten räumlichen Gegebenheiten einer integrierten Schaltung ist es nahezu unmöglich, diese Vielzahl simulierter Signale spezifisch den verschiedenen Detektoren zuzuführen. Damit ist ein nahezu umfassender Schutz der integrierten Schaltung durch die darüber angeordnete Schutzschaltung gegeben.

15 Vorzugsweise wird die integrierte Schaltung sandwichartig durch eine Schutzschaltung oberhalb und eine Schutzschaltung unterhalb der integrierten Schaltung umschlossen, so dass eine Beobachtung oder Manipulation durch die Schutzschaltungen sowohl von oben als auch von unten ausgeschlossen ist.

20

Es hat sich bewährt, die Detektoren so auszubilden, dass sie bei der Auswertung der übertragenen Signale auf deren Integrität untersucht werden, was insbesondere durch einen CRC-Check, durch einen Quersummenvergleich, durch einen Parity-Check oder durch andere Signaturvergleiche erfolgen kann. Durch diesen Integritätsvergleich zwischen dem übertragenen Signal und dem Integritätswert des erwarteten Signals, auch Referenzsignal genannt, ist es möglich, eine Manipulation der Schutzschaltung zu verhindern, bei der der Detektor quasi kurzgeschlossen wird, bei dem ein und dasselbe Signal sowohl als Referenzsignal als auch als übertragenes Signal an den Detektor mit einem reinen Identitätsvergleich zur Feststellung eines Fehlverhalten gegeben wird.

35 Die unterschiedlichen Signale, welche den verschiedenen Leiterbahnen zugeführt werden, können durch einen gemeinsamen Signalgenerator realisiert werden oder auch durch eine Viel-



zahl einzelner Signalgeneratoren. Vorzugsweise steht der oder die Generatoren mit den Detektoren dahingehend in Verbindung, dass der jeweilige Detektor von dem ihm zugeordneten Generator eine Information über die Art und Weise des zu erwartenden Signals, das Referenzsignal, erhält. Damit ist es möglich, dass die Generatoren dynamisch ihre abgegebenen Signale verändern und diese Veränderung den Detektoren mitteilen, was die Simulation der Signale bei einem Angriff weiter erschwert, da nun der zeitliche Verlauf der Signale Berücksichtigung findet.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Leiterbahnen über mehrere Schaltungsebenen zu erstrecken, wodurch eine wesentlich bessere Abdeckung der zu schützenden integrierten Schaltung möglich ist, wie auch der Einblick in den Aufbau der Schutzschaltung über mehrere Schaltungsebenen und damit ein Einblick in die Art und Weise der Generierung, der Signalführung und der Detektion der unterschiedlichen Signale wesentlich schwieriger ist und dadurch für eine Simulation von außen nicht zur Verfügung steht. Folglich führt jede Veränderung der Schutzschaltung durch einen Eingriff von außen zu einer Detektion des Fehlverhaltens, da eine Simulation durch die äußerst schwierige dreidimensionale Struktur der Ausbildung der Leiterbahn bzw. deren Führung äußerst schwierig bzw. nahezu ausgeschlossen ist. Damit wird deutlich, dass die eine Schaltungsebene der Schutzschaltung die andere Schaltungsebene der Schutzschaltung vor einer Analyse schützt. Mithin ist eine äußerst weitreichende und sichere Schutzschaltung für die integrierte Schaltung gegeben.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Schutzschaltung sind die Leiterbahnen der Schutzschaltung so ausgebildet, dass sie die zu schützende integrierte Schaltung weitgehend idealerweise vollständig flächig so bedecken, dass in einer Durchsicht durch die Schutzschaltung auf den integrierten Schaltkreis keine Möglichkeit mehr besteht, die Schutzschaltung beispielsweise durch Bohrungen oder ähnliches direkt zu

erreichen, das heißt, ohne die Leiterbahn der Schutzschaltung zu verletzen. Diese weitgehende oder vollständige Bedeckung wird gerade durch eine Ausbildung der Leiterbahn über mehrere Schaltungsebenen oder in mehreren Schaltungsebenen in besonderem Maße auf einfachem und sicherem Wege ermöglicht, da die Leiterbahnen in einer Ebene mit ausreichendem Abstand zueinander angeordnet sein können und dadurch ein Übersprechen verhindert ist und der Bereich zwischen den Leiterbahnen durch Leiterbahnen in der anderen Schaltungsebene der Schutzschaltung gerade abgedeckt werden kann, so dass eine vollständige Abdeckung des integrierten Schaltkreises bzw. der wesentlichen Teile dieses integrierten Schaltkreises ermöglicht ist.

Wird nun versucht, beispielsweise mittels einer Bohrung an den integrierten Schaltkreis zu kommen, so führt dies zu einer Verletzung einer der Leiterbahnen, was zu einem veränderten Signal führt. Wird die Leiterbahn mit einer sehr geringen Leiterbahnbreite ausgebildet, die der Größe einer derartigen Bohrung entspricht oder geringer ist, so führt jede derartige Bohrung zu einer Unterbrechung der Leiterbahn und damit zu einem sehr sicher zu detektierenden Fehlsignal. Auch ist es möglich, dass eine derartige Bohrung zu einem Kurzschluss zwischen verschiedenen Leiterbahnen führt, der als totaler Signaleinbruch sehr sicher als Fehlsignal durch die entsprechenden Detektoren erkannt wird. Dabei ist die Leiterbahnbreite bevorzugt so gewählt, dass sie der bei einer bestimmten verwendeten Chip-Technologie minimalen Leiterbahnbreite entspricht. Durch diese besonderen Ausbildungen der Leiterbahnen einerseits als sehr schmale Leiterbahnen und andererseits als sich über verschiedene Schaltungsebenen erstreckend sowie als möglichst flächendeckend, ist ein überragendes Maß an Schutzwirkung gegen einen mechanischen Eingriff in die Schutzschaltung gegeben. Ein solcher Eingriff kann durch Bohrungen oder durch Abhobeln gegeben sein.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind der oder die Detektoren der Schutzschaltung in einer Schaltungsebene unterhalb der obersten Schaltungsebene mit Leiterbahnen der Schutzschaltung angeordnet und durch diese Leiterbahnen vor einem ungewollten Zugriff geschützt. Durch diesen systematischen Aufbau ist ein kaskadierender Schutz durch die Leiterbahnen der Schutzschaltungen für die Detektoren der Schutzschaltung und durch die Leiterbahn mit Detektoren für die integrierte Schaltung gegeben.

Durch diese Anordnung ist ein Beobachten oder Manipulieren des oder der Detektoren aufgrund des Schutzes durch die darüberliegenden Leitungen verhindert, was eine weitere Angriffsmöglichkeit ausschließt, in der direkt ohne über die Leiterbahnen zu gehen in die Detektoren Signale eingespeist werden könnten.

Auf entsprechende Weise erweist es sich als vorteilhaft, den oder die Generatoren in einer Schaltungsebene anzuordnen, die durch darüberliegende Leiterbahnen der Schutzschaltung geschützt sind. Mithin erweist sich eine derartige Anordnung der Detektoren bzw. der Generatoren der Schutzschaltung als wesentliches Mittel, die Schutzwirkung der Schutzschaltung vor unberechtigtem Zugriff zu erhöhen.

Werden die unterschiedlichen Signale völlig unabhängig voneinander beispielsweise von unabhängigen Generatoren erzeugt, so ist sichergestellt, dass sich diese Signale in ihrem Signalverlauf wesentlich unterscheiden, da sie systematisch nicht voneinander abhängen, und dadurch gesamt nur mit extremem Aufwand und unter extremen Schwierigkeiten simuliert werden können. Dies um so mehr, da die Vielzahl von unterschiedlichen Signalen zielgerichtet in die richtigen Leiterbahnen respektive die richtigen Detektoren eingeführt werden müssen, was bei den äußerst begrenzten räumlichen Abmessungen des integrierten Schaltkreises mit der Schutzschaltung nahezu unmöglich ist. Mithin erweist sich eine derartige Schutzschal-



tung als besonders erfolgreich im Schutz eines integrierten Schaltkreises.

In einer Variante der Erfindung werden einer Leiterbahn mehrere Detektoren zugeordnet, die das Signal auf der einen Leiterbahn an einer für den jeweiligen Detektor spezifischen Position abgreifen und es überwachen. Bei dieser Art der Ausbildung wird somit die Leiterbahn in mehrere Leiterbahnstücke aufgeteilt, die jeweils durch ihnen zugeordnete Detektoren überwacht werden. Damit nehmen diese Leiterbahnstücke die Funktion einer überwachten Leiterbahn ein. Darüber hinaus ist aber durch die mehrfache Überwachung der gesamten Leiterbahn mit den verschiedenen Leiterbahnstücken sichergestellt, dass wenn ein Eingriff in diese Leiterbahn durch geeignete Eingriffsvorkehrungen durch einen Detektor nicht wahrgenommen sein könnte, so doch die anderen oder ein Teil der anderen Detektoren an der gesamten Leiterbahn eine Veränderung des überwachten Signals feststellen werden und einen Alarm auslösen werden. Damit ist durch die redundante Anordnung der Detektoren an einer Leiterbahn eine gesteigerte Schutzwirkung der Schutzschaltung gegeben.

Im allgemeinen wird man bestrebt sein, möglichst viele Signalleitungen und möglichst viele Signal-Generatoren bzw. -Detektoren vorzusehen, die einen Angriff in Form von Rekonfiguration allein durch Ihre Anzahl erschweren. Abhängig von der Größe des integrierten Schaltkreises sind dem jedoch Grenzen gesetzt, da viele Einzelsignale einen hohen Hardwareaufwand bedeuten, was zu einer signifikanten Verteuerung der Schaltung durch die Sicherheitsmaßnahme führt.

In einer anderen Variante der Erfindung ist die oben beschriebene Methode der Schutzsignalerzeugung deshalb mit einem Multiplexer und einem Demultiplexer kombiniert. Hierdurch werden durch ein zeitliches Multiplexverfahren verschiedene Leiterbahnen des Schutzschildes zu verschiedenen Zeiten mit den gleichen Generatorausgängen und Detektoreingängen verbun-

den. Auf diese Weise ist die Anzahl der Generatoren und Detektoren kleiner als die Anzahl der Schildsegmente.

Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung ist ist darin zu sehen,  
5 daß die Zahl der Referenzleitungen, die die Detektoren mit einem Referenzsignal vom zugehörigen Generator versorgen, ebenfalls reduziert ist, was zu einer erheblichen Einsparung an Chipfläche führt.

10 Die Multiplexer und Demultiplexer können entweder zentral synchron gesteuert werden, oder ihr Zustand hängt nur von der Anzahl der vergangenen Taktzyklen des gemeinsamen Taktsystems ab. Besonders vorteilhaft ist eine zufällige oder pseudozufällige Ansteuerung der Multiplexer-Kanäle. Eine echt zufällige  
15 liche Ansteuerung erfordert eine laufende Synchronisation von Multiplexer und Demultiplexer durch spezielle Steuersignale. Eine pseudozufällige Ansteuerung erlaubt eine lokale Erzeugung identischer Steuersignale jeweils in räumlicher Nähe von Multiplexer und Demultiplexer.

20

Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Schutzschaltung sind bei mehreren Detektoren diese miteinander vernetzt ausgebildet. Dadurch wird erreicht, dass, sobald ein Detektor ein Fehlverhalten und damit einen unerlaubten Angriff  
25 griff auf den integrierten Schaltkreis feststellt, der integrierte Schaltkreis so angesteuert wird, dass er in einen umfassenden Sicherheitsmodus überführt wird. Über die Vernetzung ist es auch möglich, dass die einzelnen Detektoren die Funktionsfähigkeit der anderen Detektoren oder auch nur das Vorhandensein der anderen Detektoren im Rahmen einer Acknowledgement-Funktion oder im Rahmen einer Watchdog-Funktion  
30 überprüfen und dadurch einen unerlaubten Eingriff in die Schutzschaltung bzw. den integrierten Chip erkennen und den entsprechenden Sicherheitsmodus des integrierten Schaltkreises auslösen.  
35

- Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, neben den Detektoren auch die Generatoren zu vernetzen, wodurch ein Ausfall oder ein Eingreifen in einen Generator erkannt werden kann. Darüber hinaus ist es nun durch die Vernetzung der Generatoren mit den Detektoren möglich, dass die Generatoren den ihnen zugeordneten Detektoren Information über die von ihnen abgegebenen Signale beispielsweise über den zeitlichen Verlauf, über ihre Pegel, über ihre Form oder ähnliches vermitteln. Dadurch lässt sich die Variabilität der unterschiedlichen Signale und damit die Freiheitsgrade der Schutzschaltung wesentlich erhöhen, was den Eingriff erschwert und dadurch die Schutzwirkung der Schutzschaltung vor einem unbemerkten Angriff auf den integrierten Schaltkreis wesentlich erhöht.
- Die erfindungsgemäße Schutzschaltung zeigt somit, den grundlegenden Gedanken, die Komponenten der Schutzschaltung nicht mehr lokal konzentriert anzuordnen, sondern diese zu dezentralisieren, über einen größeren räumlichen Bereich zu verteilen, sie zu vervielfältigen und sie differenziert auszubilden. Dies führt dazu, dass die Erzeugung und der Transport über die Leiterbahnen und die Überwachung der Signale auf mehrere, redundante Einheiten verteilt wird, was zu einer größeren Sicherheit gegen ein unbemerktes Beobachten oder Manipulieren der Schutzschaltung bzw. des zu schützenden integrierten Schaltkreises führt.

Erfindungsgemäße Schutzschaltungen für integrierte Schaltkreise und deren Vorteile werden im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe von Zeichnungen näher erläutert.  
Es zeigen:

- Fig. 1 einen Schaltungsaufbau einer erfindungsgemäßen Schutzschaltung mit einem Signalgenerator und einem Signaldetektor pro Leiterbahn,
- Fig. 2 einen Schaltungsaufbau einer weiteren beispielhaften Schutzschaltung,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung durch eine integrierte Schaltung mit Schutzschaltung und

5 Fig. 4 einen Schaltungsaufbau einer weiteren erfindungsgemäßen Schutzschaltung mit Demultiplexer/Multiplexer-Anordnungen.

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau einer Schutzschaltung für eine integrierte Schaltung dargestellt. Sie zeigt drei  
10 voneinander getrennte, parallel verlaufende Leiterbahnen 10, 11, 12. Diese Leiterbahnen 10, 11, 12 verlaufen mäanderförmig und decken einen bestimmten Bereich in einer Schaltungsebene der integrierten Schaltung ab.

15

Die Leiterbahnen 10, 11, 12 sind mit jeweils einem eigenen Signalgenerator 20, 21, 22 verbunden. Über die Signalgeneratoren 20, 21, 22 werden voneinander unabhängige und damit prinzipiell auch unterschiedliche Signale in die Leiterbahnen  
20 10, 11, 12 eingespeist. Die eingespeisten Signale durchlaufen die Leiterbahnen 10, 11, 12 und werden am Ende der Leiterbahnen 10, 11, 12 mittels einem jeder Leiterbahn zugeordneten Detektor 30, 31, 32 analysiert.

25 Im Rahmen dieser Analyse werden die über die Leiterbahnen 10, 11, 12 empfangenen unterschiedlichen Signale mit den über Verbindungsleitungen 13, 14, 15 zwischen den Generatoren 20, 21, 22 und den diesen zugeordneten Detektoren 30, 31, 32 zugegebenen Referenzsignale verglichen. Die Referenzsignale  
30 stellen entweder unmittelbar die Signale, wie sie nach dem Durchlaufen der Leiterbahnen 10, 11, 12 aussehen dar oder sie geben die notwendigen Informationen, um aus ihnen die erforderlichen Informationen für die Referenzsignale zu ermitteln.

35 Die Auswertung in den Detektoren 30, 31, 32 erfolgt, indem die Referenzsignale mit den eingehenden, über die Leiterbahnen 10, 11, 12 erhaltenen Signale verglichen werden. Beim

Feststellen eines Unterschiedes wird ein Alarmsignal als Steuersignal für die integrierte Schaltung generiert und über die jeden Detektor 30, 31, 32 zugeordnete Alarmleitung 4 an die integrierte Schaltung geleitet.

5

Anhand dieses Alarmsignals wird dann die integrierte Schaltung in einen Zustand überführt, der als Sicherheitsmodus bezeichnet wird. In diesem Sicherheitsmodus lassen sich beispielsweise die Inhalte der Speicherzellen nicht mehr auslesen, da sie beispielsweise unmittelbar nach dem Übergang in den Sicherheitsmodus vollständig gelöscht und somit die darin enthaltenen Informationen unwiederbringlich verloren gegangen sind. Damit ist es nicht mehr möglich, die in Programm- und Datenspeichern enthaltenen wichtigen Informationen der integrierten Schaltung, beispielsweise Codeschlüssel oder Pin-Nummern oder persönliche Daten des Benutzers auszulesen oder zu manipulieren.

Durch die mehrfache, dezentralisierte Ausbildung der Leiterbahnen 10, 11, 12, der Signalgeneratoren 20, 21, 22 und der Detektoren 30, 31, 32 lässt sich diese Schutzschaltung nur noch sehr schwierig durch Zuführung von äußeren Signalen täuschen, um nähere Informationen über die zu schützende integrierte Schaltung beispielsweise auf der Basis eines Abhobelprozesses oder Bohrprozesses oder ähnliches zu gewinnen.

Durch die Notwendigkeit, nicht nur ein Signal zu simulieren, sondern gleichzeitig eine Vielzahl von unterschiedlichen Signalen an verschiedenen Orten für verschiedene Detektoren zu simulieren, welche auf einem räumlich sehr begrenzten Bereich angeordnet sind, ist es nahezu unmöglich, einen Angriff auf die integrierte Schaltung ohne Feststellung einer Signalveränderung und damit eines Fehlverhaltens und damit eines Angriffs auf die Schutzschaltung mit der zu schützenden integrierten Schaltung zu führen. Sollte ein Detektor 30 ein Fehlverhalten des ihm zugeführten Signals der Leiterbahn 10 feststellen, so wird er unabhängig von den anderen Detektoren



31, 32 ein Alarmsignal über die Alarmleitung 4 an die integrierte Schaltung absetzen und dadurch den Sicherheitsmodus auslösen.

- 5 Durch die mäanderförmige parallele Ausbildung der Leiterbahnen 10, 11, 12 ist eine weitgehend geschlossene, flächendeckende Leiterbahnenstruktur gegeben, die die darunterliegende integrierte Schaltung oder zumindest einen Bereich davon vor einem Zugriff durch diese Leiterbahnen 10, 11, 12 hindurch  
10 schützt. Sollte jemand versuchen mit mechanischen Mitteln an die unter den Leiterbahnen 10, 11, 12 liegende integrierte Schaltung zu gelangen, so wird er weitgehend gezwungen sein, eine der Leiterbahnen 10, 11, 12 zu verletzen bzw. sogar ganz zu unterbrechen, was zu einer signifikanten Änderung des über  
15 diese Leiterbahn übertragenen Signals führt. Diese signifikante Änderung wird als Fehlverhalten durch den dieser Leiterbahn zugeordneten Detektor 30, 31, 32 indentifiziert und ein dementsprechendes Alarmsignal abgegeben.
- 20 Die Leiterbahnen 10, 11, 12 sind mit einer so schmalen Leiterbahnbreite ausgebildet, dass jegliche Bohrung zur Überwindung der Schaltungsebenen 2, 3 der Schutzschaltung zu einer Unterbrechung einer Leiterbahn führt. Dazu ist es notwendig, den Abstand der einzelnen Leiterbahnen 10, 11, 12 sehr gering  
25 zu wählen und die Leiterbahn eng mäandriert in der oder den Schaltungsebenen anzuordnen. Mithin ist eine absolut sichere Unterbrechung durch eine zu verhindernde Beobachtung oder Manipulation gegeben, indem das Signal auf dieser unterbrochenen Leiterbahn 10, 11, 12 völlig unterbrochen wird und als  
30 Angriff interpretiert wird.

Die durch die Generatoren 20, 21, 22 generierten Signale sind spezielle, meist digitale, aber auch analoge Signale, die eine Veränderung auf dem Übertragungsweg über die Leiterbahn  
35 10, 11, 12 deutlich in einer Signalveränderung hervortreten lassen.

In Fig. 2 ist eine Ausbildung einer weiteren Schutzschaltung schematisch dargestellt. Hier ist eine einzige zusammenhängende Leiterbahnenstruktur gegeben, die einen Einspeisungspunkt 9 für ein durch den einen Signalgenerator 20 gebildetes  
5 Signal in die Leiterbahnenstruktur zeigt.

An der Leiterbahnenstruktur sind vier Positionen zur Auskoppelung eines über die Leiterbahnenstruktur übertragenen Signals vorgesehen. Jede dieser Auskopplungspositionen ist mit einem  
10 Verstärker 43, 44, 45, 46 zur Verstärkung des ausgekoppelten Signals versehen. Diese verstärkten Signale werden anschließend den Detektoren 33, 34, 35, 36 zugeführt. Die Leiterbahnenstruktur bildet abhängig vom jeweiligen Abgriffspunkt die Leiterbahn 10a, das ist die Leiterbahnstruktur zwischen dem  
15 Einspeisungspunkt 9 und dem Abgriffspunkt des Verstärkers 43 für den Detektor 33, die Leiterbahn 10b zwischen dem Einspeisepunkt 9 und dem Abgriffspunkt definiert durch den Verstärker 44 für den Detektor 34, die Leiterbahn 10c zwischen dem Einspeisepunkt 9 und dem Abgriffspunkt für den Verstärker  
20 45 für den Detektor 35 und die Leiterbahn 10d zwischen dem Einspeisepunkt 9 und dem Abgriffspunkt für den Verstärker 46 zu dem Detektor 36.

Jeder der Detektoren arbeitet unabhängig von den anderen Detektoren und kann über seine Alarmleitung 4 die integrierte  
25 Schaltung so ansteuern, dass diese in den Sicherheitsmodus überführt wird.

Der Generator 20 ist über die Verbindungsleitungen 16, 17,  
30 18, 19 mit den Detektoren 33, 34, 35, 36 verbunden und übermittelt diesen Detektoren die spezifischen Informationen für die Referenzsignale zur Überwachung der Leiterbahn 10a, 10b, 10c, 10d. Der Generator 20 wählt softwaregesteuert zufällig die Art des eingespeisten Signals aus und signalisiert über  
35 die entsprechenden Verbindungsleitungen 16, 17, 18, 19 den Detektoren die Form des eingespeisten Signals. Die Detektoren 33, 34, 35 werten das ihnen vom Generator 20 über die Verbin-

dungsleitung 16, 17, 18, 19 zugeführte Signal aus, indem sie es mit dem von den Abgriffspunkten zugeführten Signal der Leiterbahn 10a, 10b, 10c, 10d vergleichen. Ist ein signifikanter Unterschied, also ein Fehlverhalten festzustellen, so wird jeder Detektor 33, 34, 35, 36 unabhängig von den anderen über seine Alarmleitung 4 Alarm geben und dadurch die integrierte Schaltung in den Sicherheitsmodus überführen.

Durch die überlappende zusammenhängende Ausbildung der Leiterbahn 10a, 10b, 10c, 10d ist erreicht, dass ein Eingriff in die Leiterbahn des Leiterbahnsystems zu einer Veränderung nicht nur einer Leiterbahn 10a, 10b, 10c, 10d führt, sondern zu einer Veränderung des Signals auf mehreren Leiterbahnen 10a, 10b, 10c, 10d zugleich. Damit muss im Falle eines ungewollten Beobachtens oder Manipulierens nicht nur das Signal eines Detektors, sondern mehrere insbesondere aller Detektoren 33, 34, 35, 36 dieses Leiterbahnsystems mit einem simulierten und korrekten Signal beaufschlagt werden. Dieses Signal muss in seiner Form und seiner Art und seinem zeitlichen Verlauf dem Referenzsignal entsprechen, das über die Verbindungsleitung 16, 17, 18, 19 vom Generator 20 den Detektoren 33, 34, 35, 36 unmittelbar oder mittelbar zugeführt wird. Dabei wird deutlich, dass der dargestellte Generator 20 in der Lage ist, softwaregesteuert sein am Einspeisepunkt 9 eingespeistes Signal dynamisch zu verändern und dadurch die Beobachtung oder Manipulation der Schutzschaltung und damit des durch die Schutzschaltung geschützten integrierten Schaltkreises 1 weitgehend auszuschließen.

In Fig. 3 ist der schichtweise Aufbau des integrierten Schaltkreises 1 mit der darüber angeordneten Schutzschaltung dargestellt. In der Fig. 3 ist auf die Darstellung einer entsprechenden Schutzschaltung auf der unteren Seite der integrierten Schaltung verzichtet worden. Eine solche zweite Schutzschaltung auf der anderen Seite der integrierten Schaltung 1 zeigt einen entsprechenden Aufbau wie die hier dargestellte Schutzschaltung.

Die Schutzschaltung ist oberhalb der integrierten Schaltung 1 angeordnet. Sie zeigt zwei übereinanderliegende Schaltungsebenen 2, 3, welche mittels einer Isolationsschicht 5 voneinander und von der zu schützenden integrierten Schaltung 1 getrennt sind. Durch diese Isolationsschicht ist ein elektrischer Kurzschluss zwischen den Leiterbahnen 10, 11 und der integrierten Schaltung 1 ausgeschlossen.

10 In der ersten Schaltungsebene 2 sind die Leiterbahnen 10 streifenförmig ausgebildet und durch streifenförmige Isolationsbereiche 6 voneinander getrennt. Die Leiterbahnen 10 sind parallel zueinander in der ersten Schaltungsebene 2 angeordnet. Oberhalb der Schaltungsebene 2 ist eine zweite Schaltungsebene 3 angeordnet, die entsprechende streifenförmige, parallel zueinander angeordnete Leiterbahnen 11 zeigt. Auch diese Leiterbahnen 11 sind durch Isolationsbereiche 6 voneinander getrennt und damit gegeneinander isoliert. Die Leiterbahnen 10 sind so angeordnet, dass sie in Zusammenwirkung mit den Leiterbahnen 11 die zu schützende integrierte Schaltung vollständig bedecken. Diese vollständige Bedeckung ist dann erreicht, wenn in Durchsicht durch die erste und zweite Schaltungsebene 2 jeder Punkt der zu schützenden integrierenden Schaltung bzw. jeder zu schützende Punkt der integrierten Schaltung 1 entweder von den Leiterbahnen 10 oder von den Leiterbahnen 11 oder sowohl von Leiterbahnen 10 wie auch von Leiterbahnen 11 überdeckt sind.

Will jemand Zugriff auf die zu schützende integrierte Schaltung 1 nehmen, so muss er zunächst die Schutzschaltung durchdringen und dabei die Schaltungsebenen 2, 3 durchbrechen und hier aufgrund der vollständigen Bedeckung zumindest eine der Leiterbahnen 10, 11 verletzen. Eine derartige Verletzung, die beispielsweise eine völlige Unterbrechung der Leiterbahnen darstellen kann oder ein Kurzschluss zwischen den Leiterbahnen in einer Schaltungsebene 2, 3 oder zwischen den Schaltungsebenen 2, 3 oder auch nur in einer teilweisen Zerstörung

der Leiterbahn 10, 11 bestehen kann, führt zu einer deutlichen Veränderung des übertragenen Signals, welches im Vergleich mit dem erwarteten Referenzsignal durch den zugeordneten Detektor als Fehlsignal und damit als Angriff auf die Schutzschaltung bzw. den zu schützenden integrierten Schaltkreis 1 interpretiert wird, was zur Absetzung eines Alarmsignals an die integrierte Schaltung 1 führt. Durch dieses Alarmsignal wird dann die integrierte Schaltung 1 in den Sicherheitsmodus überführt.

10

In der ersten Schaltungsebene 2 werden geschützt durch die darüberliegende Schaltungsebene 3 mit den entsprechend angeordneten Leiterbahnen 11 die hier nicht dargestellten Generatoren 20, 21, 22 bzw. die entsprechenden hier nicht dargestellten Detektoren 30 bis 36 angeordnet. Insbesondere erfolgt diese Anordnung verteilt über die ganze erste Schaltungsebene 2, was die Möglichkeiten einer Überwindung der Schutzschaltung deutlich einschränkt.

20 In Fig 4 ist ein Ausführungsbeispiel einer Weiterbildung der Erfindung gezeigt mit acht Leiterbahnen 40 ... 47. Diese acht Leiterbahnen 40 ... 47 sind in zwei Gruppen zu je vier Leiterbahnen 40 ... 43 bzw. 44 ... 47 unterteilt. Jeder der beiden Gruppen ist nur ein Signalgenerator 60 bzw. 62 und ein Signaldetektor 61 bzw. 63 zugeordnet. Die Signale der Signalgeneratoren 60, 62 werden den Leiterbahngruppen 40 ... 43 bzw. 44 ... 47 über Demultiplexer 50 bzw. 52 und die über die Leiterbahnen übertragenen Signale über Multiplexer 51 bzw. 53 den Signaldetektoren 61 bzw. 63 zugeführt.

30

Um den Signaldetektoren 61, 63 die erforderlichen Referenzsignale zuführen zu können ist bei dieser Ausgestaltung der Erfindung pro Leiterbahngruppe nur eine Verbindungsleitung 48 bzw. 49 nötig. Die Signaldetektoren 61, 63 zeigen auch hier über Alarmleitungen 4 an, wenn das über die Multiplexer 51, 53 empfangene Signal nicht mit dem erwarteten übereinstimmt.

35



Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit zwei Leiterbahngruppen 40 ... 43 bzw. 44 ... 47 sind zwei verschiedene Möglichkeiten der Ansteuerung der Demultiplexer 50, 52 und Multiplexer 51, 53 gezeigt. Bei der im oberen Teil der Fig 2

5 dargestellten Leiterbahngruppe 40 ... 43 werden der Demultiplexer 50 und der Multiplexer gemeinsam von einem echten Zufallszahlengenerator 70 zur Auswahl einer der Leiterbahnen 40 ... 43 angesteuert. Bei der darunter dargestellten Leiterbahngruppe 44 ... 47 werden den zugehörige Demultiplexer 52

10 und der zugehörige Multiplexer 53 von zwei verschiedenen jedoch gleichartig ausgebildeten Pseudo-Zufallzahlen-Generatoren 71, 72 angesteuert, die aufgrund ihres gleichartigen Aufbaus bei gemeinsamer Taktung zu gleichen Zeitpunkten die gleichen Zufallszahlen liefern. Prinzipiell ist es jedoch

15 auch möglich, die Demultiplexer 50, 52 und Multiplexer 51, 53 durch ein Taktsignal selbst anzusteuern, was zwar schaltungstechnisch einfacher jedoch sicherheitskritischer ist.

Bei gegebener Chipfläche kann aufgrund dieser erfindungsgemä-

20 ßen Weiterbildung einer Schutzschaltung ein guter Kompromiss zwischen möglichst vollständiger Abdeckung der Chipoberfläche mit möglichst schmalen und nah beieinanderliegenden Leiterbahnen und dem Wunsch nach möglichst geringem schaltungstechnischem Aufwand gefunden werden.

## Patentansprüche

1. Schutzschaltung für eine integrierte Schaltung (1), wobei die Schutzschaltung in einer oder mehreren Schaltungsebenen (2, 3) unterhalb und/oder oberhalb der integrierten Schaltung (1) angeordnet ist, mit mehreren Leiterbahnen (10, 11, 12), die mit unterschiedlichen Signalen eines oder mehrerer Signalgeneratoren (20, 21, 22) beaufschlagt werden, und mit einem oder mehreren Detektoren (30 bis 36), die die unterschiedlichen über die einzelnen Leiterbahnen (10, 11, 12) übertragenen Signale auf ein Fehlverhalten auswerten und im Falle eines Feststellen eines solchen Fehlverhaltens ein Steuersignal zur Überführung der integrierten Schaltung (1) in einen Sicherheitsmodus abgeben können.
2. Schutzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (10, 11, 12) über mehrere Schaltungsebenen (2, 3) der Schutzschaltung erstreckt sind.
3. Schutzschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (10, 11, 12) so ausgebildet sind, dass die zu schützende integrierte Schaltung (1) weitgehend oder vollständig bedeckt ist.
4. Schutzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (10, 11, 12) mit schmaler Breite ausgebildet sind.
5. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoren (30 bis 36) in einer Schaltungsebene (2) unterhalb der Schaltungsebene (3) mit den Leiterbahnen (11) und durch diese Leiterbahnen (11) vor Zugriff geschützt angeordnet sind.

6. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der oder  
die Generatoren (20, 21, 22) in einer Schaltungsebene (2) un-  
terhalb der Schaltungsebene (3) mit den Leiterbahnen (11) und  
5 durch diese Leiterbahnen (11) vor Zugriff geschützt angeord-  
net sind.
7. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die unter-  
10 schiedlichen Signale unabhängig voneinander generiert sind.
8. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der oder  
die Generatoren (20, 21, 22) für unterschiedliche Signale so  
15 ausgebildet sind, dass sich die Signale im zeitlichen Verlauf  
dynamisch verändern.
9. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass mehrere De-  
20 tektoren (30 bis 36) einer Leiterbahn (10) zugeordnet sind  
und das Signal auf dieser Leiterbahn (10) überwachbar ist.
10. Schutzschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass jeweils ei-  
25 ne Anzahl von Leiterbahnen (40 bis 43 bzw. 44 bis 47) mittels  
einem jeweiligen, mit dem einen Ende der Leiterbahnen (40 bis  
43 bzw. 44 bis 47) verbundenen Demultiplexer (50 bzw. 52) und  
einem jeweiligen, mit dem anderen Ende der Leiterbahnen ver-  
bundenen Multiplexer (51 bzw. 53) zusammengefasst sind und  
30 ein jeweiliger Demultiplexer (50 bzw. 52) und Multiplexer (51  
bzw. 53) mit nur jeweils einem Signalgenerator (60 bzw. 62)  
bzw. Signaldetektor (61 bzw. 63) verbunden ist und die Demul-  
tiplexer (50 bzw. 52) und Multiplexer (51 bzw. 53) von zumin-  
dest einem Auswahlsignal-Generator (70; 71, 72) angesteuert  
35 sind.
11. Schutzschaltung nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Auswahl-signal-Generator ein Zufallszahlen-Generator (70) ist.

12. Schutzschaltung nach Anspruch 10,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Auswahl-signal-Generator ein Pseudo-Zufallszahlen-Generator (71, 72) ist.

13. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Detektoren (30 bis 36) miteinander vernetzt sind.

14. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass neben den

15 Detektoren (30 bis 36) die Signalgeneratoren (20, 21, 22) miteinander vernetzt sind.

15. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die inte-

20 grierte Schaltung (1) sandwichartig durch mehrere Schaltungsebenen (2, 3) der Schutzschaltung umschlossen ist.

16. Schutzschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass eine Einheit zur Bestimmung des Integritätswertes eines dem Detektor zugeführten Signals vorgesehen ist und dieser Integritätswert zur Feststellung eines Fehlverhaltens ausgewertet wird.

FIG 1

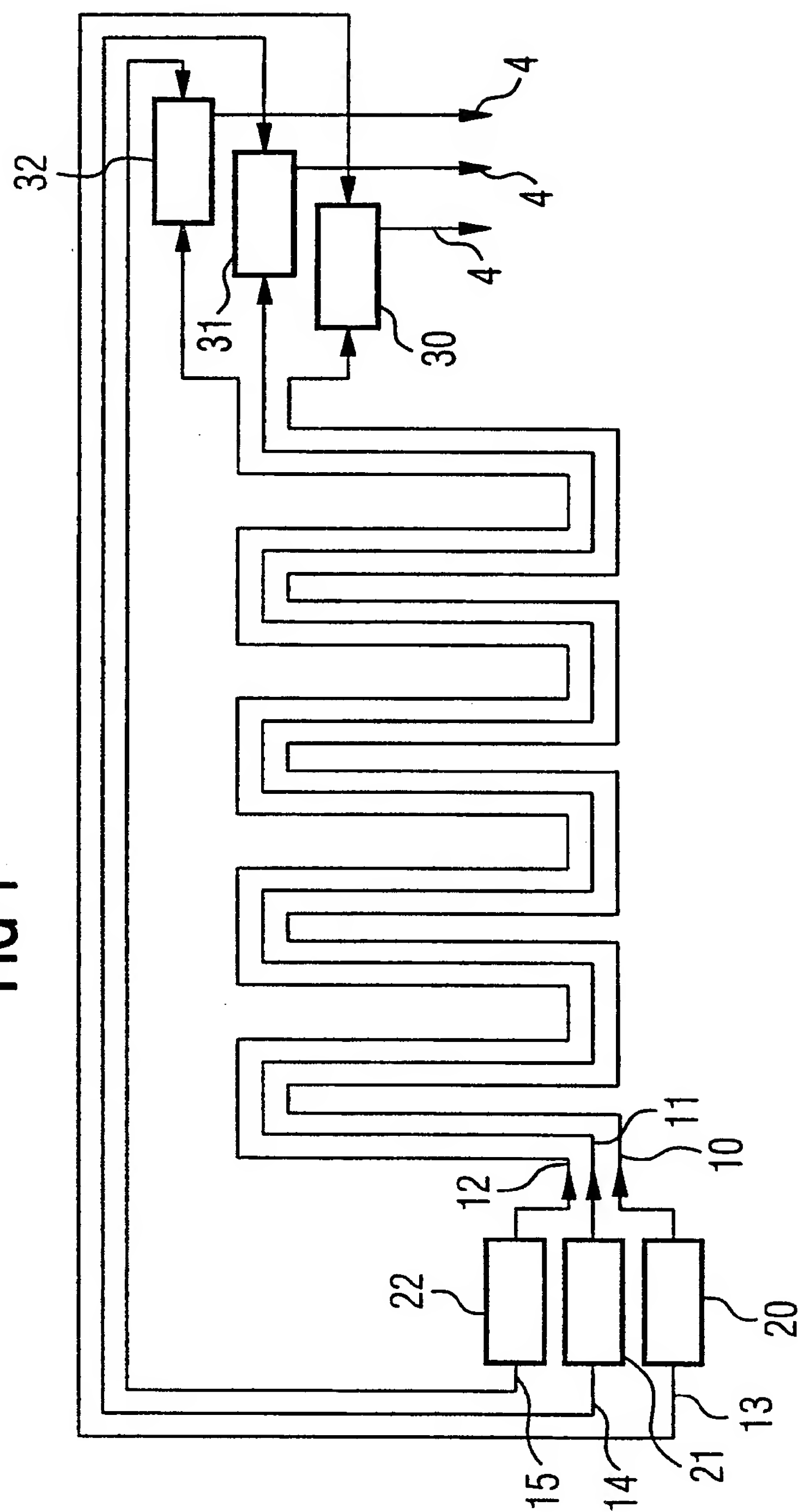




FIG 2

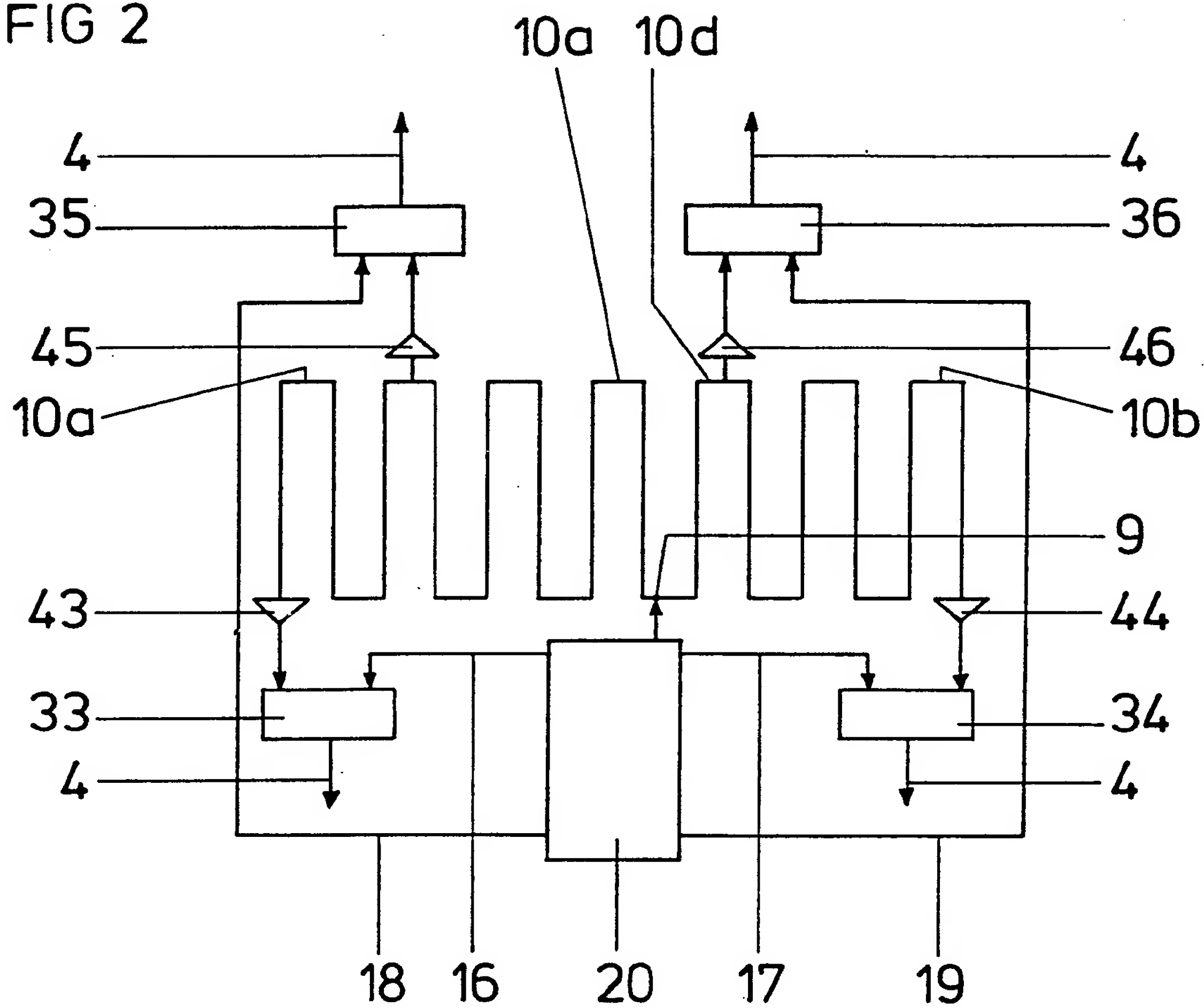


FIG 3

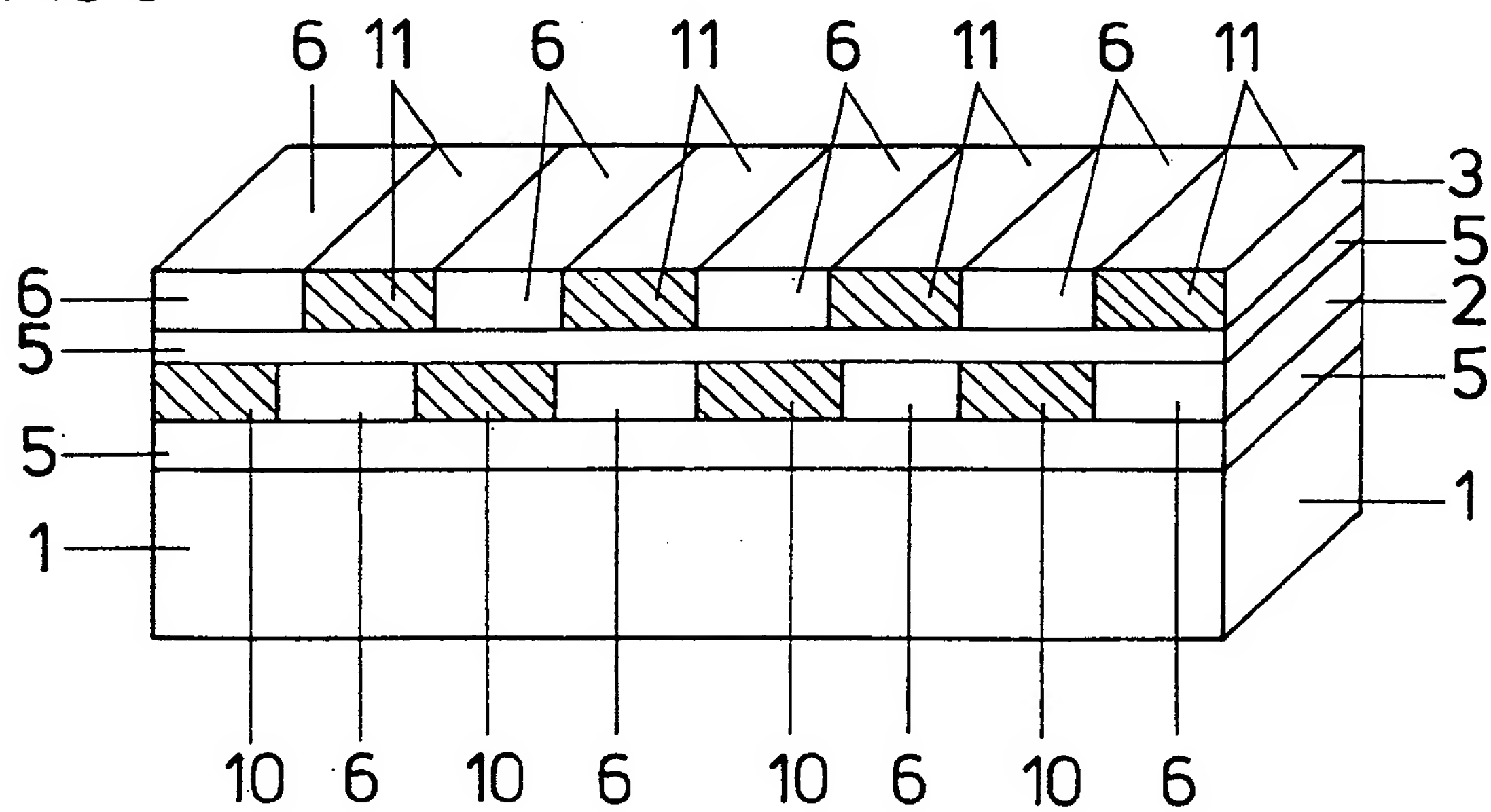
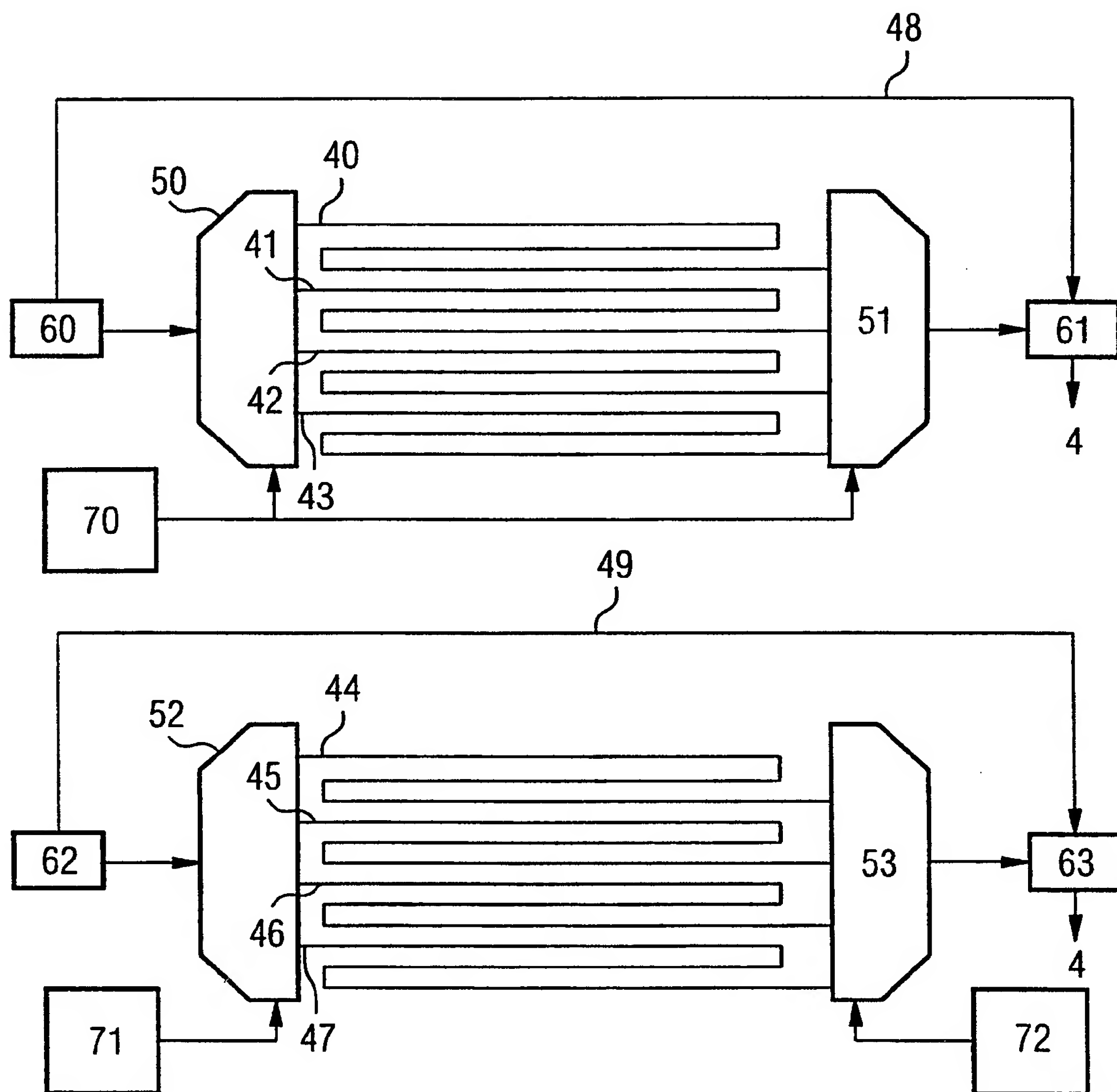


Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/08456

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MORI R ET AL: "SUPERDISTRIBUTION: THE CONCEPT AND THE ARCHITECTURE" TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS OF JAPAN, vol. E73, no. 7, July 1990 (1990-07), pages 1133-1146, XP002010383 page 1141, left-hand column, paragraph 2 -page 1144, left-hand column, last paragraph	1-9, 13-16
A	---	10-12
A	WO 96 00953 A (NAT SEMICONDUCTOR CORP) 11 January 1996 (1996-01-11) abstract; figures 1,2,11-13 page 30, last paragraph -page 33, paragraph 2 ---	1,16
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### ° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2000

Date of mailing of the international search report

04/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Powell, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/08456

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 593 384 A (KLEIJNE THEODOOR A) 3 June 1986 (1986-06-03) abstract; figure 11 column 9, line 20 - line 41 claims 3,11,16,17 -----	1-5
A	US 4 882 752 A (LINDMAN RICHARD S ET AL) 21 November 1989 (1989-11-21) the whole document -----	13,14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 99/08456

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9600953 A	11-01-1996	US 5533123 A EP 0715733 A EP 0965902 A	02-07-1996 12-06-1996 22-12-1999
US 4593384 A	03-06-1986	CA 1238716 A EP 0207126 A JP 62501242 T WO 8603861 A	28-06-1988 07-01-1987 14-05-1987 03-07-1986
US 4882752 A	21-11-1989	NONE	



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08456

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G06F1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

X	MORI R ET AL: "SUPERDISTRIBUTION: THE CONCEPT AND THE ARCHITECTURE" TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS OF JAPAN, Bd. E73, Nr. 7, Juli 1990 (1990-07), Seiten 1133-1146, XP002010383 Seite 1141, linke Spalte, Absatz 2 -Seite 1144, linke Spalte, letzter Absatz	1-9, 13-16
A	---	10-12
A	WO 96 00953 A (NAT SEMICONDUCTOR CORP) 11. Januar 1996 (1996-01-11) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,11-13 Seite 30, letzter Absatz -Seite 33, Absatz 2	1, 16
	---	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Januar 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Powell, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 593 384 A (KLEIJNE THEODOOR A) 3. Juni 1986 (1986-06-03) Zusammenfassung; Abbildung 11 Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 41 Ansprüche 3,11,16,17 ---	1-5
A	US 4 882 752 A (LINDMAN RICHARD S ET AL) 21. November 1989 (1989-11-21) das ganze Dokument -----	13,14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08456

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9600953 A	11-01-1996	US 5533123 A EP 0715733 A EP 0965902 A	02-07-1996 12-06-1996 22-12-1999
US 4593384 A	03-06-1986	CA 1238716 A EP 0207126 A JP 62501242 T WO 8603861 A	28-06-1988 07-01-1987 14-05-1987 03-07-1986
US 4882752 A	21-11-1989	KEINE	